

ESTUDO DO PROCESSO DE SECAGEM DE BANANA VERDE PARA PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA

MOISE DOSSOUS^{1,2*}, GUSTAVO HENRIQUE FIDELIS DOS SANTOS^{2,3}

1 Introdução

A banana é o fruto da bananeira, uma planta herbácea da família Musaceae, consumida em todo o mundo (SOUSA, 2003). As frutas desempenham um papel de grande importância, em que se destaca os aspectos social, econômico e alimentar. A falta de técnicas adequadas de pós-colheita, transporte e armazenamento das frutas, que são alimentos altamente perecíveis, ocasiona grandes perdas, sendo que em países emergentes, estas perdas são estimadas em aproximadamente 50% (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

A exigência dos consumidores tem aumentado e produtos que preservam ao máximo suas características originais estão sendo preferidos. Em nível industrial, isto significa o desenvolvimento de operações que minimizem efeitos adversos do processamento. Estudos sobre secagem e atividade de água têm sido realizados devido à sua influência na qualidade do produto seco. A secagem é uma das operações de transferência de massa mais antigas utilizadas na conservação dos alimentos. A remoção parcial ou total de água de um alimento implicará na inibição do crescimento microbiano, na prevenção de reações bioquímicas responsáveis pela deterioração, em menores custos de transporte, embalagem e estocagem, constituindo um método importante para prolongar a vida útil de diversos produtos (PARK et al., 2002).

2 Objetivos

Estudar o processo de secagem da banana verde para elaboração de farinha em diferentes temperaturas, por meio da avaliação da cinética de secagem, análises químicas e tecnológicas das farinhas obtidas.

1Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Laranjeiras do Sul*, contato:dossusmoise@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa: Produção, Transformação e armazenamento, *campus Laranjeiras do Sul*,

3 Doutor Engenharia Química, Universidade Federal da Fronteira Sul, **Orientador**.

3 Metodologia

Os procedimentos foram desenvolvidos no laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul. Como matéria prima foi utilizado frutos de banana da terra verde, adquiridos comercialmente em estabelecimento comercial do município.

Os frutos utilizados foram preparados no dia da aquisição, sendo padronizados, com e sem a casca, totalmente verde, excluindo-se aqueles fora do padrão e que apresentassem manchas e injúrias físicas. Foram lavados em água corrente e organizados em quatro diferentes amostras: (1) frutos descascados e fatiados longitudinalmente com espessura de 3 mm; (2) frutos descascados e cortados em rodela de 3 mm; (3) frutos com casca e cortados em rodela de 3 mm; (4) casca do fruto. Em seguida foram armazenados em ultrafreezer a -80°C até o momento de realizar a secagem de acordo com cada experimento.

O primeiro ensaio foi levar as quatro amostras à estufa com circulação de ar forçado na temperatura de 65°C. Em intervalos de 30 min, a massa das amostras era aferida com o uso de uma balança semi-analítica para se acompanhar a perda de massa de água durante o processo. Este procedimento foi realizado até se obter massa constante. Após a secagem, o material foi moído em moinho de facas e, posteriormente peneirado, etiquetado e armazenado.

No segundo ensaio, foi realizada a secagem da banana descascada e fatiada (amostra 1) na estufa com circulação de ar forçado nas temperaturas de 25, 45, 65 e 85°C. Foi realizado o mesmo procedimento de secagem descrito no primeiro ensaio.

A cinética de secagem foi estudada mediante curvas da razão de umidade (RX) em função do tempo. Quando as amostras atingiram massa constante, foi determinado o teor de água de equilíbrio em estufa a 105 °C por 24 h (IAL, 2008). Para o cálculo da razão de umidade para cada ensaio foi utilizado a equação abaixo:

$$RX = \frac{X(t) - X_e}{X_i - X_e} \quad (1)$$

Em que: X: teor de água do produto em função do tempo (b.s.); X_i: teor de água inicial do produto (b.s.); X_e: teor de água de equilíbrio do produto (b.s.).

Os modelos matemáticos empíricos que foram testados e ajustados aos dados experimentais da cinética de secagem dos diferentes ensaios foram os modelos:

$$\text{Newton: } RX = e^{-k \cdot t} \quad (2)$$

$$\text{Page: } RX = e^{-k \cdot t^n} \quad (3)$$

Em que: t: tempo de secagem (min); k: coeficientes cinéticos de secagem; n: constante do modelo. Os ajustes foram realizados por meio de análise de regressão não linear.

4 Resultados e Discussão

Inicialmente foi realizado o processo de secagem do fruto, testando diferentes formas de preparo da amostra para secagem. A Figura 1 apresenta os dados experimentais da cinética de secagem das quatro amostras testadas expressos em termos de RX na temperatura de 65°C, com os ajustes dos modelos cinéticos de Newton e de Page. A Tabela 1 apresenta os coeficientes cinéticos de secagem dos dois modelos matemáticos testados.

Figura 1. Ajustes dos modelos matemáticos de Newton e de Page para a cinética de secagem das quatro amostras de banana na temperatura de 65°C.

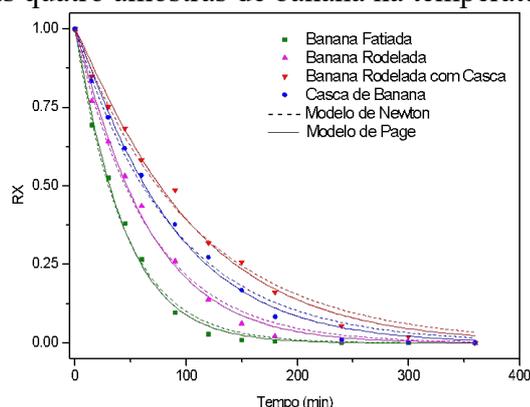


Tabela 1. Parâmetros da cinética de secagem da banana em diferentes formas com seus respectivos coeficientes de secagem e coeficientes de determinação (R^2).

Ensaio	Modelos	Parâmetros		
		k (min^{-1})	N	R^2
Banana Fatiada	Newton	0,0229	-	0,9964
	Page	0,0174	1,071	0,9969
Banana Rodelada	Newton	0,0153	-	0,9945
	Page	0,0109	1,079	0,9954
Banana Rodelada com Casca	Newton	0,0094	-	0,9918
	Page	0,0061	1,099	0,9934
Casca de Banana	Newton	0,0114	-	0,9937
	Page	0,0073	1,093	0,9956

A partir dos dados dos coeficientes cinéticos de secagem (k) apresentados na Tabela 1, que indicam a velocidade de secagem, além da análise das curvas experimentais de secagem (Figura 1), foi possível observar que a amostra da banana fatiada foi a que apresentou maior

velocidade de secagem, seguida da amostra da banana rodelada sem casca. Este resultado pode ter ocorrido devido à maior superfície exposta nestas duas amostras. Na amostra da banana rodelada com casca, a presença da casca aumenta a resistência à transferência de umidade, resultando em coeficientes de secagem menores. Isso sugere que a remoção da casca poderia ser uma estratégia para acelerar o processo de secagem. A partir destes resultados, foi realizado a secagem da amostra da banana fatiada em diferentes temperaturas (25, 45, 65 e 85°C).

A Figura 2 apresenta os dados experimentais da cinética de secagem das quatro temperaturas testadas, com os ajustes dos modelos cinéticos de Newton e de Page. A Tabela 2 apresenta os coeficientes cinéticos de secagem dos dois modelos matemáticos testados.

Figura 2. Ajustes dos modelos matemáticos de Newton e de Page para a cinética de secagem da banana fatiada nas temperaturas de 25, 45, 65 e 85°C.

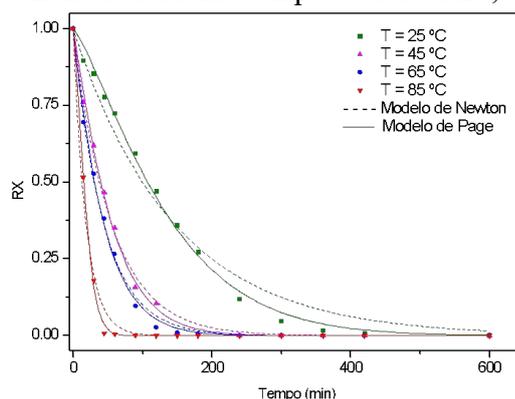


Tabela 2. Parâmetros da cinética de secagem da banana em diferentes temperaturas (25, 45, 65 e 85°C) com seus respectivos coeficientes de secagem e coeficientes de determinação (R^2).

Ensaio	Modelos	Parâmetros		
		k (min^{-1})	n	R^2
T = 25 °C	Newton	0,0069	-	0,9828
	Page	0,0018	1,279	0,9962
T = 45 °C	Newton	0,0182	-	0,9944
	Page	0,0103	1,141	0,9970
T = 65 °C	Newton	0,0229	-	0,9967
	Page	0,0174	1,071	0,9972
T = 85 °C	Newton	0,0543	-	0,9882
	Page	0,0471	1,048	0,9989

A partir dos coeficientes de secagem (k) apresentados na Tabela 2, e da análise das curvas experimentais de secagem (Figura 2), observou-se que o coeficiente de secagem aumentou com o aumento da temperatura, ou seja, houve aumento significativo na taxa de

secagem, o que é coerente com a teoria da secagem, já que o calor facilita a evaporação da água. Os resultados indicaram que a secagem em temperaturas mais altas é mais eficaz, embora isso deva ser ponderado com considerações energéticas e potenciais danos aos nutrientes da banana.

Nos dois ensaios (Tabela 1 e Tabela 2), observou-se que o modelo de Newton apresentou um bom ajuste em todos os casos, sendo adequado para descrever a cinética de secagem nas diferentes condições. No entanto, este modelo pode não capturar completamente a complexidade do processo de secagem, especialmente em materiais com estrutura mais complexa. Por outro lado, o modelo de Page ofereceu uma descrição mais detalhada, com a inclusão do parâmetro n , que permitiu um ajuste melhor para a variação da taxa de secagem ao longo do tempo. Os valores elevados de R^2 para este modelo sugerem que ele pode ser mais adequado para aplicações que requerem maior precisão.

5 Conclusão

Os resultados de secagem mostraram que tanto o preparo e formato da banana quanto a temperatura de secagem tiveram impacto significativo na taxa de secagem. O modelo de Newton e de Page forneceram uma compreensão detalhada do processo de secagem, permitindo otimizações do processo para diferentes formas de processamento e condições operacionais.

Referências Bibliográficas

- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. Pós colheita de frutos e hortaliças – Fisiologia e manuseio. Lavras, MG: FAEPE – ESAL, 1990. 320p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. Núcleo de Informação e Tecnologia - NIT /IAL, IV edição, 1ª Edição Digital, São Paulo, 2008.
- PARK, K. J., BIN, A., BROD, F.P.R. Drying of pear d'Anjou with and without Preservation, v.11, p.183-195, 2002.
- SOUSA, P. H. M. Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. Ciência e Tecnologia Alimentos, v. 23, p. 126-130, 2003.

Palavras-chave: Cinética de secagem, Isoterma de secagem, Modelos matemáticos, Composição centesimal.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2023 - 0381

Financiamento

Somente para bolsistas: **PIBIS Fundação Araucária** (EDITAL Nº 566/GR/UFGS/2023)